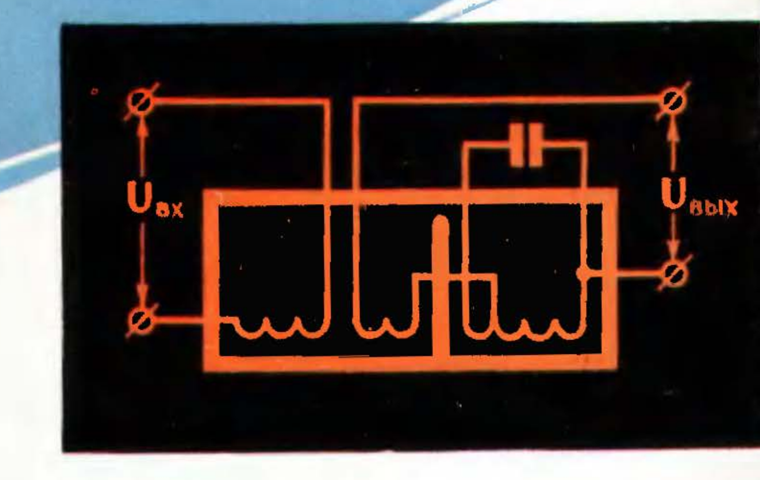
Е. П. БЕРЛИНБЛАУ



СТАБИЛИЗАТОРЫ НАПРЯЖЕНИЯ ДЛЯ ПИТАНИЯ ТЕЛЕВИЗОРОВ





МАССОВАЯ РАДИОБИБЛИОТЕКА

Выпуск 574

Е. П. БЕРЛИНБЛАУ

СТАБИЛИЗАТОРЫ НАПРЯЖЕНИЯ ДЛЯ ПИТАНИЯ ТЕЛЕВИЗОРОВ



ИЗДАТЕЛЬСТВО «ЭНЕРГИЯ»

МОСКВА 1965 ЛЕНИНГРАД

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Берг А. И., Бурдейный Ф. И., Бурлянд В. А., Ванеев В. И., Геништа Е. Н., Жеребцов И. П., Канаева А. М., Корольков В. Г., Кренкель Э. Т., Куликовский А. А., Смирнов А. Д., Тарасов Ф. И., Шамшур В. И.

УДК 621.316.722.07
Б49

Описываются принцип действия и схемы стабилизаторов напряжения, предназначенных для питания телевизоров. В связи с этим кратко рассматривается влияние колебаний сетевого напряжения на работу телевизоров. Приводятся данные выпускаемых промышленностью стабилизаторов, рассматриваются их особенности, правила эксплуатации и возможные неисправности.

Брошюра рассчитана на радиолюбителей и техников, занимающихся обслуживанием телевизоров.

Берлинблау Ефим Петрович

Стабилизаторы напряжения для питания телевизоров. М.—Л., издательство «Энергия», 1965. 32 стр. с илл. (Массовая радиобиблиотека. Вып. 574). Сводный тематический план по радиоэлектронике, 1965 г., № 194.

Редактор *А. Л. Журавлев* Техн. редактор *Н. А. Бульдяев*
Обложка художника *А. М. Кувшинникова*

Сдано в набор 11/XII-1964 г. Подписано к печати 25/II 1965 г.
Т-03512 Бумага 84×108 1/32 Печ. л. 1,64 Уч.-изд. л. 2,14
Тираж 100000 Цена 09 коп. Заказ № 2302

Владимирская типография Главполиграфпрома Государственного комитета Совета Министров СССР по печати
Гор. Владимир, ул. Б. Ременники, д. 18-б

ПРЕДИСЛОВИЕ

Высокое качество изображения в телевизорах можно получить лишь в очень узкой области отклонений питающего напряжения от номинальной величины. В более широкой области отклонений напряжения телевизор еще сохраняет работоспособность, но качество изображения ухудшается, а синхронизация может стать неустойчивой.

Если напряжение сети снизится ниже некоторого допустимого предела, экран потемнеет, синхронизация нарушится и изображение может совсем исчезнуть. Повышение напряжения сети выше безопасного предела может вывести телевизор из строя.

Все это, к сожалению, происходит довольно часто, и единственное средство, к которому может прибегнуть владелец телевизора,— это приобрести стабилизатор или регулятор напряжения.

При помощи этих приборов удается предохранить телевизор от очень больших отклонений напряжения сети.

По мере усовершенствования электрических сетей потребность в стабилизаторах, естественно, будет уменьшаться. Однако за последние годы в связи с широким распространением телевидения выпущено и продолжает выпускаться много стабилизаторов, предназначенных для питания телевизоров. Между тем радиолюбители и сами владельцы телевизоров имеют о стабилизаторах лишь самое общее представление.

Иногда к стабилизаторам относятся с предубеждением, считая, что они могут повредить телевизору. Случается, что на стабилизаторы возлагают слишком большие надежды, предполагая, например, что стабилизатор может защитить телевизор от помех. Нередки и ошибки в определении причины выхода из строя телевизора, включенного через стабилизатор.

Цель этой брошюры — дать читателю в возможно более доступной форме представление о способах стабилизации напряжения, принципе действия и особенностях стабилизаторов напряжения для телевизоров. Она должна помочь правильно отрегулировать стабилизатор после замены некоторых его элементов.

Ряд чисто практических сведений и советов представит интерес и для владельцев стабилизаторов.

СОДЕРЖАНИЕ

ГЛАВА ПЕРВАЯ

НЕОБХОДИМОСТЬ СТАБИЛИЗАЦИИ НАПРЯЖЕНИЯ

РАБОТА ТЕЛЕВИЗОРА ОТ НЕСТАБИЛЬНОЙ СЕТИ

Длительный срок службы телевизора, достаточно высокое качество изображения и звука можно обеспечить лишь при мало изменяющемся напряжении сети.

В течение многих лет выпускались телевизоры, нормальная работа которых гарантировалась при условии, что колебания напряжения сети не выходят за пределы $-10 \div +5\%$ от номинальной величины.

Сейчас наметилась тенденция в сторону расширения пределов колебаний напряжения сети, в которых телевизоры работают нормально, до $-20 \div +10\%$.

Однако основное внимание при этом уделяется стабилизации размера изображения (в телевизорах УНТ-49 и УНТ-59) и иногда некоторых других параметров, между тем как в отношении стабилизации накала электронных ламп и кинескопов никаких изменений не произошло.

Такое расширение рабочих пределов по напряжению сети, безусловно, представляет собой шаг вперед. Однако это далеко не всегда сможет удовлетворить реальным условиям, так как во многих местах в часы работы телевидения напряжение сети намного выходит даже за эти расширенные пределы.

Особого внимания заслуживает вопрос о влиянии колебаний напряжения сети на эмиссию и долговечность катодов электронных ламп и кинескопов, а также на надежность работы трансформаторов питания и выпрямителей телевизоров.

Известно, что отклонения от номинального напряжения накала для большинства электронных ламп не должны выходить за пределы $-9,5 \div 10$ и $+9,5 \div 11\%$. Но даже и эти небольшие отклонения могут быть лишь кратковременными, так как их длительное воздействие приводит к сокращению срока службы ламп.

При повышении напряжения накала увеличение температуры катода всего на 3% увеличивает эмиссию в 1,5 раза и снижает срок службы эмиттирующей поверхности почти наполовину [Л. 1].

Еще более вредны и опасны колебания напряжения для кинескопов. Здесь, так же как и для электронных ламп, превышение напряжения накала резко сокращает срок службы катода и подогревателя. Кроме того, повышение сверх допустимой нормы высокого напряжения ускоряет разрушение катода. В результате чрезмерного повышения напряжений на электродах кинескопа может даже получиться пробой между его электродами.

При заниженном напряжении накала и при большом токе луча поверхность оксидного катода эмиттирует неравномерно: возникают местные перегревы отдельных участков катода, температура этих участков растет, что в свою очередь увеличивает с них эмиссию. В результате такого лавинообразного процесса эти участки могут перегреться вплоть до температуры испарения оксида и катод потеряет эмиссию [Л. 2].

Повышение напряжения сети опасно и для трансформаторов питания, и для выпрямительных устройств телевизоров. Вместе с ростом напряжения сети растут и напряжения на электродах ламп. Чрезмерное увеличение этих напряжений может вызвать непропорциональное возрастание токов через лампы. Сумма этих токов, протекающая через выпрямитель, превысит допустимую для полупроводниковых диодов величину, что приведет к перегреву и выходу диодов из строя. Этот же ток перегружает трансформатор питания. Кроме того, увеличивается и намагничивающий ток трансформатора (из-за повышения индукции). Все это вместе может вызвать недопустимый перегрев обмотки трансформатора питания и даже вывести его из строя.

Увеличение напряжений и токов в цепях телевизора не может не отразиться и на общем тепловом режиме телевизора. Повышение температуры внутри футляра телевизора увеличивает опасность выхода из строя любого из многочисленных его элементов.

Может показаться, что в этом описании слишком сгущены краски. Однако должно быть ясно, что чем сильнее колебания питающего напряжения, тем хуже качество работы телевизора и тем вероятнее выход его из строя. Надежность работы телевизора и срок службы кинескопа, электронных ламп и других элементов непосредственно зависят от стабильности питающего напряжения.

КОГДА НЕОБХОДИМО СТАБИЛИЗИРОВАТЬ НАПРЯЖЕНИЕ

Тусклый свет электрических лампочек в вечерние часы всегда указывает на то, что стабилизатор необходим. Кратковременные и резкие колебания напряжения сети также нетрудно заметить без всяких приборов.

Однако нередко напряжение сети за время работы телевизора изменяется медленно, падает не очень значительно и возрастает тоже не столь сильно, чтобы вызвать беспокойство. Плохую работу телевизора при этом часто приписывают его неисправности или плохой настройке. Поэтому всегда полезно проверить вольтметром предельные отклонения напряжения сети. Эти наблюдения нужно провести в разное время в течение телепередачи и в разные дни недели, включая воскресенье, а иногда и повторить через несколько месяцев, так

как режим работы электрических сетей летом и зимой может заметно отличаться.

Если колебания напряжения сети выходят за допустимые пределы, указанные в инструкции к телевизору, то применение какого-либо средства стабилизации напряжения следует считать необходимым.

При отсутствии вольтметра можно проконсультироваться с техниками телеателье, которые обычно хорошо знакомы с условиями питания телевизоров в обслуживаемом районе.

СПОСОБЫ СТАБИЛИЗАЦИИ НАПРЯЖЕНИЯ

Существуют два основных способа стабилизации напряжения питания телевизоров: автоматическая — при помощи феррорезонансных стабилизаторов и неавтоматическая — при помощи ручных регуляторов.

Почти всегда предпочтение отдается автоматической стабилизации, так как феррорезонансные стабилизаторы работают в широком диапазоне изменения входных напряжений, не требуют никакого контроля и наблюдения и, будучи практически безынерционными, реагируют на очень кратковременные (сотые доли секунды) броски напряжения. Их основной недостаток — зависимость выходного напряжения от колебаний частоты сети — в большинстве случаев не имеет значения. Основная масса телевизоров работает в местах, где электрические сети подключены к мощным энергосистемам. Колебания частоты в таких системах незначительны, они редко выходят за пределы 49,8—50 *гц*, и поэтому выходное напряжение стабилизаторов изменяется настолько мало, что на работу телевизора это повлиять не может.

Иначе обстоит дело в тех сельских районах, где электрическая сеть питается от маломощных местных электростанций. В таких местах колебания частоты очень значительны, они могут даже выходить за пределы ±5 *гц*. Уменьшение или увеличение напряжения на выходе феррорезонансного стабилизатора может тогда достигнуть 15—20%, что недопустимо.

Поэтому в таких условиях решающим оказывается преимущество ручных регуляторов автотрансформаторного типа: их выходное напряжение не зависит от частоты. Разумеется, такие регуляторы требуют постоянного наблюдения за показаниями вольтметра и регулировки напряжения. Однако с этим приходится мириться. Необходимо отметить еще один недостаток этого способа стабилизации напряжения: от кратковременных бросков напряжения телевизор оказывается незащищенным. Кроме того, существует опасность, что напряжение поднимется выше допустимого и будет оставаться таким некоторое время, пока это не будет замечено.

Учитывая все это, необходимо еще раз подчеркнуть, что всегда, если есть уверенность, что колебания частоты сети незначительны, следует отдать предпочтение автоматическому стабилизатору напряжения. Поэтому ниже будут рассмотрены только автоматические стабилизаторы напряжения.

ГЛАВА ВТОРАЯ

СТАБИЛИЗАТОРЫ НАПРЯЖЕНИЯ

МЕТОДЫ АВТОМАТИЧЕСКОЙ СТАБИЛИЗАЦИИ НАПРЯЖЕНИЯ

Существует много разнообразных схем автоматической стабилизации напряжения. Однако принципиально каждая схема использует либо компенсационный, либо параметрический метод стабилизации.

Сущность параметрического метода состоит в том, что для получения стабильного напряжения используется свойство некоторых, так называемых нелинейных сопротивлений изменять свою величину в зависимости от протекающего через них тока или приложенного к ним напряжения.

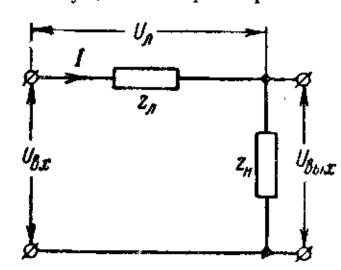


Рис. 1. Схема параметрического стабилизатора

Примером такого рода сопротивлений служат бареттеры, газоразрядные и кремниевые стабилитроны, конденсаторы с сегнетодиэлектриком, трансформаторы и дроссели с насыщенным магнитопроводом. Последние и используются в стабилизаторах для телевизоров.

На рис. 1 изображена принципиальная схема параметрического стабилизатора. Она составлена из двух последовательно соединенных сопротивлений: линейного $z_л$ и нелинейного $z_н$. Выходное напряжение снимается с нелинейного сопротивления и составляет величину $U_{вых}=Iz_н$. Это напряжение должно быть стабильным:

$$U_{вых} = Iz_н = \text{const}.$$

Поэтому нелинейность сопротивления $z_н$ должна выражаться в том, чтобы при увеличении тока I это сопротивление уменьшалось, а при уменьшении — увеличивалось. Очевидно, для лучшей стабилизации характер изменения сопротивления должен быть таким, чтобы произведение $Iz_н$ оставалось возможно более постоянным.

Величина же линейного сопротивления $z_л$ от тока не зависит. Поэтому падение напряжения на нем изменяется пропорционально току:

$$U_л = Iz_л.$$

Входное напряжение $U_{вх}$ приложено к обоим сопротивлениям. Изменения его отражаются только на величине $U_л$. Выходное же напряжение $U_{вых}$, равное разности $U_{вх}$ и $U_л$, при этом остается неизменным.

Параметрический метод и лежит в основе стабилизаторов для телевизоров. Поэтому на втором, компенсационном методе можно остановиться лишь вкратце.

В схеме компенсационного стабилизатора (рис. 2) выходное напряжение непрерывно измеряется каким-либо измерительным элементом (его устройство не имеет в общем случае принципиального значения). Разность между этим и заданным калиброванным напряжением усиливается и управляет исполнительным элементом, осуществляя отрицательную обратную связь так, что выходное напряжение приводится к заданной неизменной величине.

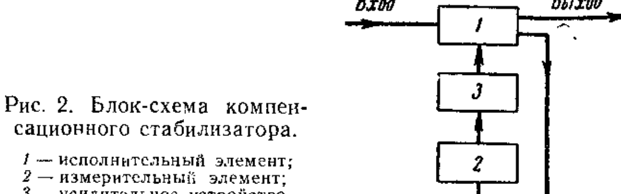


Рис. 2. Блок-схема компенсационного стабилизатора.

1 — исполнительный элемент; *2* — измерительный элемент; *3* — усилительное устройство.

Такой метод стабилизации может показаться привлекательным. Однако по простоте устройства, эксплуатации и по надежности в работе компенсационные стабилизаторы уступают параметрическим.

СТАБИЛИЗАТОРЫ НАСЫЩЕННОГО ТИПА БЕЗ ЕМКОСТИ

Имея представление о сущности параметрической стабилизации, нетрудно понять и принцип действия простейшего параметрического стабилизатора с нелинейным сопротивлением в виде насыщенного дросселя.

Для этого достаточно убедиться в том, что такой дроссель обладает необходимым для стабилизации свойством уменьшать свое сопротивление при увеличении тока, протекающего по его обмотке.

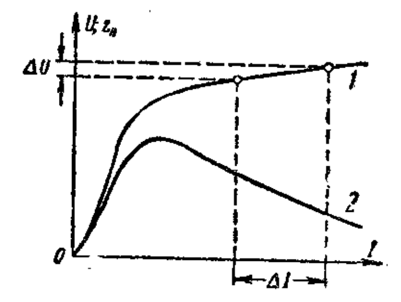


Рис. 3. Характеристики насыщенного дросселя.

1 — вольт-амперная характеристика; *2* — зависимость $z_н$ от I.

Вольт-амперная характеристика насыщенного дросселя имеет вид кривой *1* на рис. 3. По этой характеристике легко построить кривую *2* — зависимость сопротивления дросселя $z_н$ от тока, рассчитав $z_н$ для нескольких значений тока.

Если ограничить рабочий участок дросселя снизу областью насыщения его сердечника, а сверху—допустимым током (участок ΔI), то можно увидеть, что в пределах этого участка сопротивление дросселя действительно уменьшается с увеличением тока.

Итак, схема на рис. 1 с насыщенным дросселем в качестве сопротивления $z_н$ представляет собой простейший параметрический стабилизатор.

Известно много схем подобных стабилизаторов, которые в литературе принято называть стабилизаторами насыщенного типа без емкости [Л. 3]. Вследствие ряда недостатков (большой реактивный ток со стороны сети, низкий к. п. д. и cos φ, повышенный расход стали и меди) такие стабилизаторы не получили распространения.

СТАБИЛИЗАТОРЫ ФЕРРОРЕЗОНАНСНОГО ТИПА

Гораздо более совершенны стабилизаторы феррорезонансного типа, в которых для уменьшения реактивного тока, улучшения стабилизирующих свойств и других характеристик применяют конденсаторы, включаемые последовательно или параллельно насыщенному дросселю. Вместе с дросселем эти конденсаторы образуют последовательный или параллельный резонансный контур, выполняющий в данном случае функцию все того же нелинейного сопротивления $z_н$ в схеме параметрического стабилизатора на рис. 1.

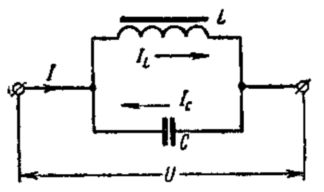


Рис. 4. Параллельный феррорезонансный контур.

Резонансные условия в таких контурах в отличие от обычных резонансных контуров возникают не только при определенной частоте, но и при определенном напряжении, приложенном к контуру.

В диапазоне мощностей от сотни до нескольких сотен ватт

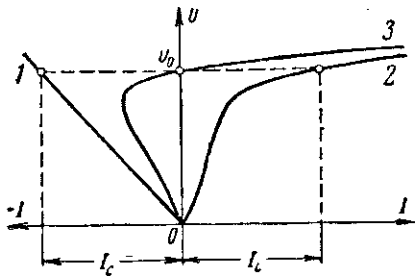


Рис. 5. Вольт-амперные характеристики параллельного феррорезонансного контура.

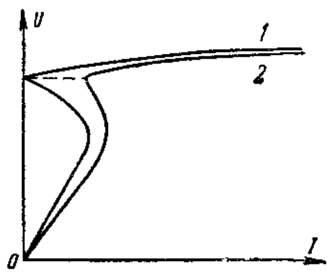


Рис. 6. Идеальная (*1*) и реальная (*2*) вольт-амперные характеристики параллельного феррорезонансного контура.

преимущественное применение нашли стабилизаторы напряжения с параллельным феррорезонансным контуром.

Рассмотрим явления, происходящие в таком контуре при изменении приложенного к нему напряжения, предполагая, что активные сопротивления в контуре отсутствуют. Схема параллельного контура, содержащего индуктивность со стальным сердечником, изображена на рис. 4.

При неизменной частоте приложенного к контуру напряжения ток через емкость будет расти прямо пропорционально приложенному напряжению. Ток через индуктивность будет возрастать по кривой *1* на рис. 3: до насыщения стали — медленно, а после — очень резко.

На рис. 5 приведены вольт-амперные характеристики емкости (*1*) и индуктивности (*2*).

Общий ток I, представляющий собой сумму (а с учетом знаков — разность) токов I_L и I_C, будет изменяться при этом по вольт-амперной характеристике *3*. Ее нетрудно построить, сложив абсциссы характеристик *1* и *2* для нескольких значений приложенного к контуру напряжения.

При применении такого контура в качестве нелинейного элемента стабилизатора особый интерес представляют следующие три свойства его вольт-амперной характеристики:

Первое свойство заключается в том, что существует точка U_0, где выполняются условия резонанса (равенство индуктивного и емкостного сопротивлений) и общий ток I равен нулю. Разумеется, это верно только для идеальной вольт-амперной характеристики, построенной в предположении, что активное сопротивление отсутствует (кривая *1* на рис. 6). Реальная характеристика, учитывающая активное сопротивление, которым всегда обладает контур, несколько отличается от идеальной и имеет вид кривой *2*.

Тем не менее очень важно то, что в области вблизи резонанса ток, отбираемый контуром от источника, весьма мал и близок по своему характеру к активному. А это означает, что стабилизатор напряжения, в котором используется феррорезонансный контур, будет потреблять малый реактивный ток, иметь значительно меньшие потери и более высокий cos φ, чем описанный ранее стабилизатор насыщенного типа без емкости.

Второе важное свойство — высокая точность стабилизации в большом диапазоне изменения входного напряжения. В этом можно убедиться, сопоставляя участок вольт-амперной характеристики контура (кривая *3* на рис. 5), где напряжение на контуре мало зависит от общего тока I, с аналогичным участком характеристики насыщенного дросселя (кривая *2* на рис. 5). При сравнении этих двух характеристик видно, что наклон интересующего нас участка кривой по отношению к оси абсцисс у феррорезонансного контура меньше, чем у насыщенного дросселя. А это означает, что стабилизатор с таким контуром даст более высокую точность стабилизации, чем стабилизатор насыщенного типа без емкости.

Наконец, третье — это то, что пологий участок характеристики феррорезонансного контура начинается гораздо ближе к оси ординат уже при малых значениях тока. Поэтому рабочий диапазон стабилизатора с таким контуром расширяется в сторону меньших значений входного напряжения. Иными словами, напряжение на выходе близко к своей номинальной величине даже тогда, когда входное напряжение намного ниже номинала.

У феррорезонансных стабилизаторов напряжения вместе с тем есть один недостаток — зависимость выходного напряжения от частоты сети. Действительно, свойства феррорезонансного контура были рассмотрены в предположении, что частота входного напряжения неизменна. Увеличение или уменьшение частоты изменяет реактивные

сопротивления элементов контура так, что точка резонанса смещается в сторону бо́льших или меньших значений напряжения. А это в свою очередь вызывает увеличение или уменьшение выходного напряжения стабилизатора.

Для устранения зависимости выходного напряжения от частоты в схему стабилизатора могут быть введены дополнительные корректирующие элементы [Л. 3, 4]. Однако по причинам, о которых упоминалось выше, в стабилизаторах для телевизоров никаких мер для уменьшения зависимости выходного напряжения от частоты пока не принимается.

Есть еще один недостаток, свойственный вообще всем схемам, в которые входит насыщенный дроссель. Это — несинусоидальность формы кривой выходного напряжения, вызванная насыщением стали. Для устранения этого недостатка в последних конструкциях стабилизаторов для телевизоров применяются весьма простые фильтры высших гармонических составляющих. Действие таких фильтров будет в дальнейшем рассмотрено.

Свойства последовательного контура в известной мере аналогичны свойствам параллельного контура, поэтому рассматривать их нет смысла.

До сих пор рассматривался лишь один из элементов общей схемы параметрического стабилизатора — нелинейное сопротивление $z_н$ (рис. 1). Что же представляет собой второе, линейное сопротивление $z_л$, падение напряжения на котором складывается с входным напряжением (или вычитается из него) так, что выходное напряжение остается неизменным?

Это линейное сопротивление в принципе может быть любым — активным, индуктивным или емкостным. Однако с активным сопротивлением всегда связаны бесполезные потери мощности, выделяемые в виде тепла. Поэтому активных сопротивлений в феррорезонансных стабилизаторах не применяют. С емкостного сопротивления неудобно снимать небольшую часть всего напряжения, что, как будет видно далее, необходимо для лучшей стабилизации (компенсация выходного напряжения).

Поэтому в большинстве известных феррорезонансных стабилизаторов сопротивление $z_л$ делают индуктивным. При этом схемы, где функцию $z_л$ выполняет индуктивность рассеяния (так называемые схемы с магнитным шунтом), не менее распространены, чем схемы с сопротивлением $z_л$ в виде отдельного насыщенного дросселя.

Но эти уже реальные схемы стабилизаторов напряжения будут рассмотрены несколько позже после того, как будет освещено значение еще одного элемента, не изображенного на рис. 1, компенсационной обмотки.

Понять, зачем нужна эта обмотка, можно, возвратившись к вольт-амперной характеристике насыщенного дросселя (рис. 3). Рассматривая характеристику в области насыщения, можно увидеть, что она не совсем горизонтальна, как хотелось бы. Иначе говоря, приросту тока ΔI все же соответствует какой-то небольшой прирост напряжения ΔU. Результирующая характеристика феррорезонансного контура (кривая *3* на рис. 5) более горизонтальна, но и она все же имеет некоторый наклон. Нетрудно заметить, что прирост выходного напряжения приблизительно пропорционален изменению входного напряжения.

Если теперь из выходного напряжения вычесть какое-то компенсирующее его прирост напряжение, также пропорциональное изменению входного, то получим на выходе неизменное напряжение. Это иллюстрируется кривыми на рис. 7.

Компенсирующее напряжение снимают с небольших обмоток, располагаемых либо на одном стержне с первичной обмоткой (в стабилизаторах с магнитным шунтом), либо на ненасыщенном дросселе (в стабилизаторах с отдельным дросселем). Как ясно из предыдущего, компенсационная обмотка включается так, чтобы ее напряжение вычиталось из напряжения на резонансном контуре.

Рис. 7. Действие компенсационной обмотки.

1 — выходное напряжение без компенсации; *2* — компенсирующее напряжение; *3* — результирующее напряжение на выходе стабилизатора.

Резюмируя изложенное, необходимо еще раз подчеркнуть следующие основные положения:

а) Действие феррорезонансного стабилизатора основано на использовании свойства насыщения стального сердечника.

б) Функция емкости заключается в уменьшении реактивного тока, улучшении технико-экономических характеристик и расширении диапазона стабилизации.

в) Функция компенсационной обмотки заключается в повышении точности стабилизации.

РАСПРОСТРАНЕННЫЕ СХЕМЫ СТАБИЛИЗАТОРОВ

Заменив в схеме параметрического стабилизатора (рис. 1) линейный элемент $z_л$ ненасыщенным дросселем L_1, а нелинейный элемент $z_н$ — резонансным контуром, содержащим насыщенный дроссель L_0, получим простую, но вместе с тем одну из наиболее экономичных схем феррорезонансных стабилизаторов. Эта схема, дополненная компенсационной обмоткой $w_к$, изображена на рис. 8. Компенсационная обмотка включена в цепь нагрузки так, что ее напряжение действует навстречу напряжению на насыщенном дросселе.

Такая схема, получившая название схемы с выделенным дросселем, несколько уступает схемам с внешним (рис. 9, *а*) или с внутренним (рис. 9, *б*) магнитным шунтом по расходу трансформаторной стали и меди. Поэтому большинство стабилизаторов сейчас построено по схеме с внешним магнитным шунтом (стабилизаторы с внутренним шунтом наиболее экономичны, однако их предпочитают не делать из-за сложности изготовления магнитной системы).

Первичная и вторичная обмотки стабилизаторов с магнитным шунтом расположены на магнитопроводе раздельно, а это способствует увеличению магнитного потока рассеяния. Поток рассеяния сосредоточен в магнитном шунте (путь наименьшего сопротивления) и выполняет в данном случае ту же функцию, что и поток в сердеч-

нике ненасыщенного дросселя на схеме рис. 8: им определяется индуктивность, представляющая собой линейный элемент $z_л$ (рис. 1). Часть магнитопровода, на которой расположена обмотка w_0, нагруженная емкостью C, сильно насыщена. Поэтому напряжение, снимаемое с этой обмотки, изменяется мало даже при больших изменениях входного напряжения.

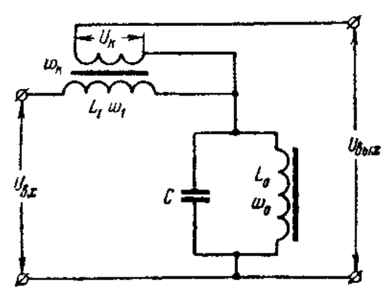


Рис. 8. Схема феррорезонансного стабилизатора с отдельным дросселем.

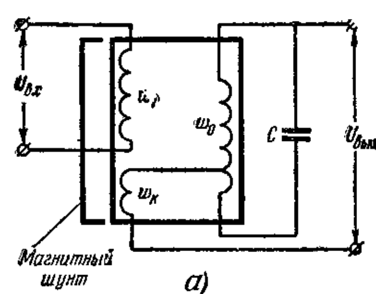


Рис. 9. Схемы стабилизаторов с магнитным шунтом.

а — с внешним магнитным шунтом; *б* — с внутренним магнитным шунтом.

б)

Компенсационная обмотка $w_К$ служит для той же цели, что и в схеме на рис. 8, с той лишь разницей, что напряжение на ней точно пропорционально входному напряжению.

Возвращаясь к схеме с выделенным дросселем, необходимо отметить, что до последнего времени она применялась мало. Сейчас в связи с распространением ленточных сердечников можно ожидать, что этой схеме будут отдавать предпочтение по технологическим соображениям. Простой неразветвленный сердечник, который может иметь каждый элемент такой схемы, легче изготовить из ленточной стали; сложную же магнитную цепь выполнить из ленты очень трудно.

ФОРМА КРИВОЙ ВЫХОДНОГО НАПРЯЖЕНИЯ

Вследствие сильного насыщения стали сердечника кривая выходного напряжения феррорезонансных стабилизаторов имеет форму синусоиды со срезанной вершиной (рис. 10).

В некоторых случаях такому искажению формы кривой напряжения на выходе стабилизатора не придают особого значения. Так, если стабилизатор применяется для питания каких-либо тепловых приборов или нитей накала электронных ламп, то нет никакого смыс-

ла улучшать форму кривой напряжения, важно только действующее (эффективное) значение этого напряжения.

Также и для питания выпрямителя нет надобности иметь непременно синусоидальное напряжение. Более того, срезанная форма кривой напряжения в этом случае даже выгодна тем, что при равном среднем значении амплитуда срезанной кривой меньше, чем у синусоиды.

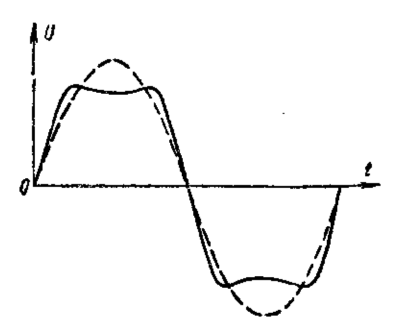


Рис. 10. Форма кривой выходного напряжения феррорезонансного стабилизатора (штриховой линией показана синусоида).

Для телевизоров форма кривой питающего напряжения не безразлична, так как телевизор представляет собой для стабилизатора комбинированную нагрузку, состоящую из выпрямителя и цепей накала ламп.

Для цепей накала важно действующее значение переменного напряжения, выпрямленное же напряжение определяется средним или амплитудным значением. Трансформаторы питания телевизоров рассчитаны на соотношение между действующим и средним значениями, равное для синусоиды 1,11. У феррорезонансных стабилизаторов это отношение, однако, близко к единице. Поэтому ясно, что получить одновременно номинальное напряжение накала и номинальное выпрямленное напряжение невозможно.

Рис 11. Схема стабилизатора с практически синусоидальным напряжением на выходе.

Исследование работы телевизоров, включенных через стабилизатор с искаженной формой выходного напряжения, показало, что при номинальном напряжении накала выпрямленное напряжение действительно занижено примерно на 10%. Поднять выпрямленное напряжение путем повышения выходного напряжения стабилизатора нельзя, так как это может повлечь за собой недопустимое увеличение напряжения накала. Поэтому, только приблизив форму выходного напряжения стабилизатора к синусоиде, можно получить наиболее благоприятные условия для работы телевизора. В последних конструкциях стабилизаторов улучшение формы кривой достигается при помощи фильтров высших гармонических частот, включаемых так, чтобы замкнуть эти составляющие, минуя цепь нагрузки.

На рис. 11 изображена схема такого стабилизатора. Новый элемент в этой схеме — дроссель фильтра, индуктивность которого $L_ф$

вместе с емкостью C образует последовательный резонансный контур, настроенный на частоту преобладающей высшей гармоники. Шунтирующее действие цепочки $L_ф C$ на этой резонансной частоте максимально, в то время как на основную гармонику фильтр почти не влияет. Благодаря этому форма кривой напряжения на выходе стабилизатора значительно улучшается.

Вполне понятно, что результат будет еще лучше, если вместо одного фильтра применить два или три, настроенные на частоты тех гармоник, влияние которых более заметно. Однако опыт показал, что для нормальной работы телевизора вполне достаточно иметь только один фильтр, настроенный на частоту, близкую к частоте преобладающей третьей гармоники.

Большинство стабилизаторов напряжения имеет схему, изображенную на рис. 11. Тем не менее пока еще, хотя и в малом количестве, продолжают выпускаться стабилизаторы без фильтра.

ШУМ СТАБИЛИЗАТОРОВ

Насыщенный сердечник стабилизатора, работающий при высоких индукциях, может стать источником сильного гудения, если не будут приняты специальные меры для его подавления.

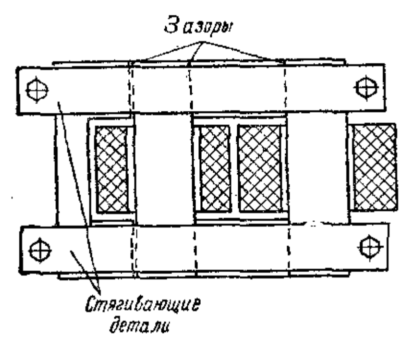


Рис. 12. Расположение зазоров магнитной системы стабилизатора ТСН-170.

К стабилизаторам промышленного назначения особых требований к бесшумности их работы не предъявляется. Иначе обстоит дело со стабилизаторами для питания телевизоров. Гудение таких стабилизаторов не должно мешать прослушиванию звукового сопровождения телевизионных передач.

Источником шума в стабилизаторах может быть вибрация (вследствие сильного магнитного поля) пластин сердечника, если они слабо зажаты, особенно в местах стыков пластин, где магнитный поток переходит через воздушный зазор.

Меры, принимаемые для уменьшения гудения до минимума, различны. Хорошие результаты можно получить, склеивая все пластины магнитопровода между собой. Однако процесс нанесения клеящего лака на пластины, сборки и запекания сердечников в условиях массового производства нетехнологичен, и поэтому такой способ подавления шума не применяется. Известны конструкции, в которых насыщенный дроссель помещен в коробку и залит каким-либо компаундом. Их недостаток заключается в невозможности разборки основного узла стабилизатора в случае необходимости ремонта или замены катушек.

Удачной можно считать конструкцию, в которой зазоры магнитопровода вынесены за пределы катушек и располагаются между мощными стягивающими деталями (рис. 12). Если жесткость стягивающих деталей достаточна и они не дают заметного прогиба, уровень шума будет незначительным. Отсутствие на пластинах заусенцев, одинаковая толщина пакетов сердечника и магнитного шунта и отсутствие нахлестов пластин при шихтовке — это те условия, без которых невозможно получить стабилизатор с малым уровнем шума, какова бы ни была его конструкция. Все изложенное относится и к дросселям фильтра, где источником шума оказывается также сердечник в области зазоров.

При сборке стабилизаторов обращают внимание на то, чтобы все детали были плотно закреплены, особенно стальные. Какая-нибудь одна неприжатая шайба под головкой винта может стать источником очень неприятного дребезжания.

Корпус стабилизатора делают немагнитным (из алюминия или пластмассы). Если заключить стабилизатор в корпус из листовой стали, гудение увеличится, так как магнитное поле рассеяния, проникая в стенки корпуса, вызывает их вибрацию.

Очень полезно изолировать вибрирующие сердечники от корпуса амортизирующими прокладками из мягкой резины. Еще важнее, чтобы стабилизатор имел на своем основании хорошо амортизирующие резиновые ножки. В противном случае поверхность, на которой стоит стабилизатор, будет заметно усиливать шум.

Представляет интерес и вопрос о месте установки стабилизатора по отношению к телевизору. С точки зрения шума выгоднее всего установить стабилизатор как можно ближе к телевизору. Тогда оба источника звука будут находиться в одном направлении от слушателя и шум стабилизатора будет маскироваться на фоне звукового сопровождения телепередачи. Звуки с разных направлений всегда слышны раздельно и мешающий звук может прослушиваться сильнее.

Однако слишком близко к телевизору (ближе 0,5—0,7 *м*) стабилизатор устанавливать нельзя, иначе возникают искажения изображения и усиливается фон из-за влияния магнитного поля стабилизатора на телевизор.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СТАБИЛИЗАТОРОВ

Некоторые характеристики стабилизаторов, упоминавшихся ранее, как, например, «точность стабилизации» или «рабочий диапазон», требуют пояснения. Другие, даже общепринятые, как, например, «номинальная мощность», в данном случае имеют иное, чем для других приборов, содержание. Поэтому, прежде чем перейти к описанию выпускаемых промышленностью стабилизаторов для телевизоров, необходимо уточнить смысл основных технических характеристик.

Номинальная мощность. Эта характеристика определяется наибольшей мощностью, потребляемой телевизорами, для которых предназначен стабилизатор. Первые стабилизаторы для телевизоров выпускались на мощность 320 *вт*. Такую мощность потребляли телевизоры Т-2, «Ленинград». По мере появления новых типов телевизоров эта величина снижалась, и сейчас основная масса телевизоров имеет потребляемую мощность не более 200 *вт*. Мощность большинства выпускаемых сейчас стабилизаторов соответствует этому.

Эта характеристика стабилизатора имеет смысл в отношении падения выходного напряжения под нагрузкой. Если нагрузить стабилизатор излишней мощностью, то выходное напряжение упадет ниже

заданной нормы, причем это будет заметно только вблизи нижнего предела рабочей области входного напряжения. Иными словами, перегрузка стабилизатора означает ухудшение его стабилизирующих свойств.

Следует также заметить, что при перегрузке или коротком замыкании стабилизатора на выходе его возрастают потери и нагрев вторичной катушки.

Стабилизатор может быть неполностью нагружен. В этом случае, кроме ухудшения к. п. д., других последствий это не повлечет. Точность стабилизации при уменьшении нагрузки повышается.

Мощность феррорезонансных стабилизаторов вообще принято указывать в вольт-амперах, так как нагрузка чаще всего не бывает чисто активной. Однако мощность стабилизаторов, предназначаемых для питания телевизоров, чаще указывают в ваттах. Такая неточность допускается для того, чтобы любой покупатель мог правильно выбрать стабилизатор к своему телевизору, зная мощность, потребляемую телевизором, из его инструкции.

Номинальная частота. Резонансный контур стабилизатора при изменении частоты резко расстраивается. Поэтому номинальная частота — характеристика, на которую следует обращать особое внимание. Стабилизатор, рассчитанный на частоту 50 *гц*, использовать, например, при номинальной частоте 60 *гц* недопустимо, хотя бы потому, что резкое увеличение выходного напряжения выведет из строя подключенные к нему приборы.

Номинальное входное напряжение. В стабилизаторах так же, как и в телевизорах, предусматривается возможность подключения на любое из стандартных сетевых напряжений. Стабилизаторы, разработанные в последнее время, имеют два номинальных входных напряжения: 127 и 220 *в*. Стабилизаторы более ранних выпусков имели еще одно номинальное напряжение — 110 *в*.

Номинальное выходное напряжение. Все стабилизаторы, за исключением УСН-350, имеют только одно номинальное выходное напряжение — 220 *в* (кроме стабилизатора ТСН-250, где это напряжение составляет 127 *в*).

Любой телевизор может быть переключен на то напряжение, которое имеет на выходе стабилизатор, и поэтому во втором номинальном выходном напряжении необходимости нет.

Точность стабилизации. В литературе принято оценивать точность стабилизации по формуле

$$k = \frac{\Delta U_{вх} U_{вых}}{U_{вх} \Delta U_{вых}},$$

где k — коэффициент стабилизации;

$\Delta U_{вх}$ — разность верхнего и нижнего предела рабочего диапазона входного напряжения, *в*;

$\Delta U_{вых}$ — изменение выходного напряжения при изменении входного напряжения в пределах рабочего диапазона, *в*;

$U_{вх}$ и $U_{вых}$ — номинальные значения входного и выходного напряжений, *в*.

Однако телезрителю $k=5$ или $k=20$ мало о чем говорят. Поэтому стабилизаторы для телевизоров принято характеризовать рабочим

диапазоном входного напряжения в вольтах, в пределах которого телевизор должен нормально работать.

Одновременно для этого диапазона указываются пределы, за которые не выходит выходное напряжение от холостого хода до полной нагрузки.

У лучших стабилизаторов с номинальным значением выходного напряжения 220 *в* при изменении входного напряжения в пределах 140—240 *в* (для сети 220 *в*) и 80—140 *в* (для сети 127 *в*) выходное напряжение не выходит за пределы 208—232 *в* при нагрузке от холостого хода до номинальной и при номинальной частоте.

Изменение выходного напряжения при отклонении частоты от номинальной может быть учтено по процентным поправкам, которые также указываются для каждого стабилизатора.

Собственное потребление стабилизатора. Под этим термином понимается мощность в ваттах, которая бесполезно теряется в самом стабилизаторе. Эта величина определяет коэффициент полезного действия. Для феррорезонансных стабилизаторов она примерно равна потерям холостого хода. Потери холостого хода стабилизаторов для телевизоров относительно велики (60—80 *вт*), и поэтому в описаниях к стабилизаторам чаще указывают именно эту величину, подчеркивая этим, что оставлять стабилизатор включенным без нагрузки не следует для избежания излишнего расхода электроэнергии.

Коэффициент нелинейных искажений. Этот коэффициент определяет процентное содержание высших гармоник в кривой выходного напряжения, взятое по отношению к основной.

Для стабилизаторов, не имеющих фильтра, коэффициент нелинейных искажений составляет 30—35%, а с фильтром он снижается до 6—8%.

Опыт показал, что при коэффициенте нелинейных искажений, не превышающем 8%, выпрямленное напряжение и напряжение накала телевизора остаются практически такими же, как и при питании непосредственно от сети, напряжение которой равно номинальному.

СТАБИЛИЗАТОРЫ, ВЫПУСКАЕМЫЕ ПРОМЫШЛЕННОСТЬЮ

В предыдущем описании рассматривались свойства, присущие всем стабилизаторам для телевизоров. Поэтому в дальнейшем, рассматривая конкретные типы стабилизаторов, выпускаемых промышленностью, будут подчеркиваться лишь отличительные особенности каждого типа.

Стабилизатор ТСН-170. Наиболее распространенный тип стабилизатора. Его мощность 170 *вт* соответствует потребляемой мощности большинства телевизоров, однако без заметного ухудшения работы телевизора он может быть использован и при несколько большей мощности. Так, например, эти стабилизаторы успешно применяются для питания телерадиолы «Беларусь-5» мощностью 200 *вт*. При этом вследствие некоторого увеличения нагрева вторичной обмотки время непрерывной работы следует ограничивать до 5—6 *ч*. При номинальной же мощности этот стабилизатор может работать без ограничения продолжительности работы.

Стабилизатор может быть включен на любое из двух номинальных напряжений сети: 127 или 220 *в*. Переключение осуществляется перестановкой предохранителя в соответственно обозначенные гнез-

да. В обоих случаях номинальное значение выходного напряжения одинаково и составляет 220 *в*.

Стабилизатор ТСН-170 построен по схеме с внешним магнитным шунтом. Для улучшения формы кривой выходного напряжения в нем применен фильтр высших гармонических частот, настроенный на частоту, близкую к третьей гармонике. Предусмотрены предохранитель в первичной цепи и сигнальная лампочка, сообщающая о том, что стабилизатор включен. Обмотки стабилизатора имеют ряд отпаек для точной настройки напряжений на заданные величины. Эта настройка выполняется на заводе, и перенастройка требуется только после ремонта стабилизатора (замена конденсатора, замена катушек).

Таблица 1

Моточные данные стабилизатора ТСН-170 (конденсатор 5 *мкф*)

Катушка w_1		Катушка w_0	
Провод ПЭЛ 0,77 (отводы 1—2) Провод ПЭЛ 1,0 (отводы 2—7)		Провод ПЭЛ 0,96	
Номера отводов	Число витков между отводами	Номера отводов	Число витков между отводами
1—2	150	8—9	480
2—3	134	9—10	4
3—4	3	10—11	4
4—5	10	11—12	4
5—6	3	12—13	350
6—7	55	13—14	16
—	—	14—15	16
—	—	15—16	16

Катушка $w_ф$ содержит 550 витков провода ПЭЛ 0,77.

Схема стабилизатора приведена на рис. 13, *а*, моточные данные — в табл. 1 и 2. В табл. 1 приведены данные при емкости конденсатора 5 *мкф* (большинство стабилизаторов), в табл. 2 — при емкости 8 *мкф* (стабилизаторы Белорусского совнархоза).

Основные технические характеристики стабилизатора: мощность 170 *вт*, рабочий диапазон 80—140 и 140—240 *в* для сети 127 и 220 *в* соответственно, напряжение на выходе не превышает 232 *в* во всем диапазоне изменения входного напряжения и не опускается ниже 208 *в* при полной нагрузке (при неполной нагрузке нижний предел увеличивается). Для каждого отдельного телевизора выходное напряжение поддерживается с точностью ±2%. Эти величины гарантируются при частоте 50 *гц*. Отклонение частоты на 1% вызывает отклонение выходного напряжения на 1,5%. Потери холостого хода не превышают 70 *вт*. Коэффициент нелинейных искажений — не более 8%. Вес 13,5 *кг*.

Стабилизатор УСН-350. Этот тип стабилизатора, выпускаемый в течение многих лет, единственный (не считая снятого с производства СН-320), который рассчитан на мощность 320 *вт* и может использоваться для питания мало распространенных телевизоров с большой потребляемой мощностью. Стабилизатор рассчитан на включение в сеть с номинальным напряжением 110, 127 и 220 *в*. Номинальные выходные напряжения 127 и 220 *в*. Переключение стабилизатора на различные входные и выходные напряжения осуществляет-

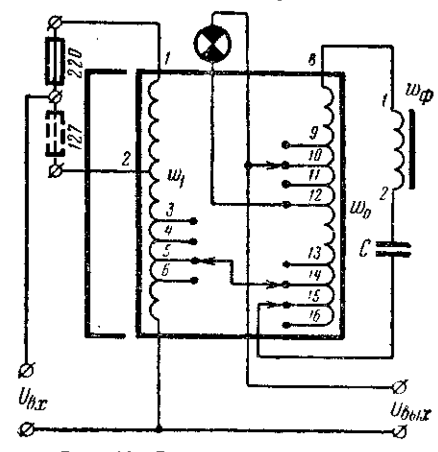


Рис. 13. Схема стабилизатора ТСН-170.

Таблица 2

Моточные данные стабилизатора ТСН-170 (конденсатор 8 *мкф*)

Катушка w_1		Катушка w_0	
Провод ПЭЛ 0,83 (отводы 1—2) Провод ПЭЛ 1,0 (отводы 2—7)		Провод ПЭЛ 1,16	
Номера отводов	Число витков между отводами	Номера отводов	Число витков между отводами
1—2	146	8—9	215
2—3	136	9—10	5
3—4	4	10—11	5
4—5	4	11—12	5
5—6	4	12—13	340
6—7	52	13—14	20
—	—	14—15	20
—	—	15—16	20

Катушка $w_ф$ содержит 475 витков провода ПЭЛ 0,83

ся перестановкой перемычек между зажимами на нижней части основания стабилизатора. Так же как и в стабилизаторе ТСН-170, имеются сигнальная лампочка и предохранитель в первичной цепи. Кроме того, имеется выключатель со стороны сети.

Таблица 3

Моточные данные стабилизатора УСН-350

Катушка w_1		Катушка w_0	
Провод ПЭЛ 1,56 (отводы 1—3) Провод ПЭЛ 1,04 (отводы 3—4) Провод ПЭЛ 1,2 (отводы 5—11)		Провод ПЭЛ 1,56 (отводы 12—14) Провод ПЭЛ 1,2 (отводы 14—16) Провод ПЭЛ 1,04 (отводы 16—20)	
Номера отводов	Число витков между отводами	Номера отводов	Число витков между отводами
1—2	200	12—13	140
2—3	31	13—14	22
3—4	169	14—15	23
5—6	15	15—16	14
6—7	15	16—17	81
7—8	15	17—18	41
8—9	15	18—19	24
9—10	15	19—20	350
10—11	30		

Стабилизатор построен по схеме с выделенным дросселем; при этом магнитная цепь дросселя замыкается через свободный стержень автотрансформатора (рис. 14). Моточные данные приведены в табл. 3.

Здесь, так же как и в стабилизаторе ТСН-170, предусмотрены отпайки для настройки. Фильтра высших гармонических частот нет и коэффициент нелинейных искажений достигает 30—35%. Допускаемая длительность непрерывной работы стабилизатора — не более 4 *ч*. Потери холостого хода — порядка 80 *вт*. Рабочие диапазоны напряжения сети, пределы отклонения выходного напряжения для различных нагрузок при частоте 50 *гц* приведены в табл. 4. При отклонении частоты на 1% отклонение выходного напряжения составляет 2%. Вес стабилизатора 12,5 *кг*.

Этот стабилизатор имеет следующие значительные недостатки, снижающие его надежность:

1. Конденсаторы КБГ-МН емкостью по 4 *мкф*, рассчитанные на 600 *в* постоянного тока, работают в схеме при 600 *в* переменного тока частотой 50 *гц*. Между тем известно, что при включении таких конденсаторов в цепь переменного тока 50 *гц* рабочее напряжение должно быть снижено до 250 *в*. Учитывая искаженную форму кривой в стабилизаторе, можно было бы допустить рабочее напряжение примерно до 280 *в*, но во всяком случае не 600 *в*. Результатом такого завышенного напряжения на емкости может быть частый пробой конденсаторов.

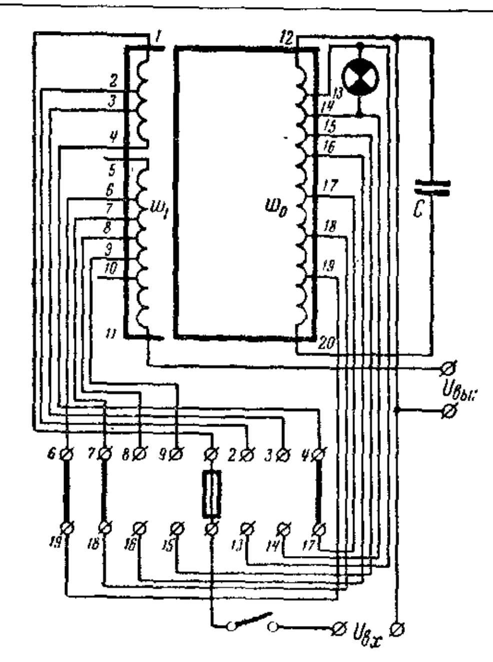


Рис. 14. Схема стабилизатора УСН-350.

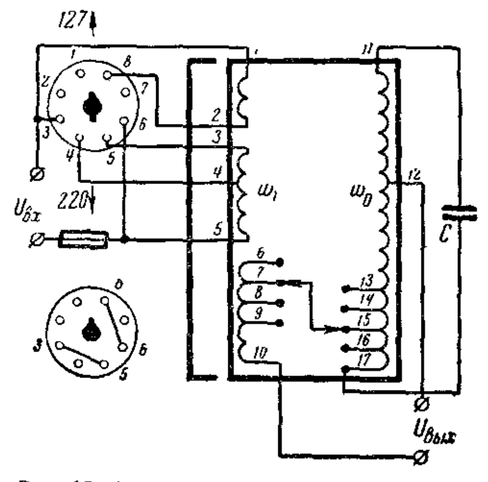


Рис. 15 Схема стабилизатора СТ-200.

Таблица 4

Электрические данные стабилизатора УСН-350

Положение перемычек переключателя и номинальное напряжение, *в*		Нагрузка, *ва*	Предельные отклонения напряжения сети, *в*	Стабилизированное напряжение под нагрузкой, *в*, и допуск, %
напряжение сети	стабилизированное напряжение			
220 (4—17)	220 (6—19) 220 (7—18)	320 220	160—260	220^{+3}_{-6}
127 (3—14)	127 (8—16) 127 (9—15)	320 220	92—150	127^{+3}_{-6}
220 (4—17)	127 (8—16) 127 (9—15)	320 220	160—260	127^{+4}_{-8}
127 (3—14)	220 (6—19) 220 (7—18)	320 220	92—150	220^{+4}_{-8}
110 (2—13)	220 (6—19) 220 (7—18)	320 220	80—130	220^{+4}_{-8}
110 (2—13)	127 (8—16) 127 (9—15)	320 220	80—130	127^{+4}_{-8}

2. Для избежания недопустимого перегрева обмоток стабилизатор должен отключаться через 4 *ч* непрерывной работы. Между тем длительность телевизионных передач чаще всего превышает 4 *ч*. Не желая до конца передачи отключать телевизор, телезрители зачастую

Таблица 5

Моточные данные стабилизатора СТ-200

Катушка w_1		Катушка w_0	
Провод ПЭЛ 0,9		Провод ПЭЛ 0,9	
Номера отводов	Число витков между отводами	Номера отводов	Число витков между отводами
1—2	250	11—12	610
3—4	60	12—13	620
4—5	190	13—14	15
6—7	5	14—15	15
7—8	5	15—16	15
8—9	5	16—17	15
9—10	120		

оставляют стабилизатор включенным еще некоторое время. Излишний нагрев обмоток при этом способствует сокращению срока службы изоляции стабилизатора.

3. Вследствие отсутствия фильтра высших гармонических частот выходное напряжение стабилизатора несинусоидально.

Стабилизатор СТ-200. Этот стабилизатор, рассчитанный на питание телевизоров с потребляемой мощностью до 200 *вт*, может вклю-

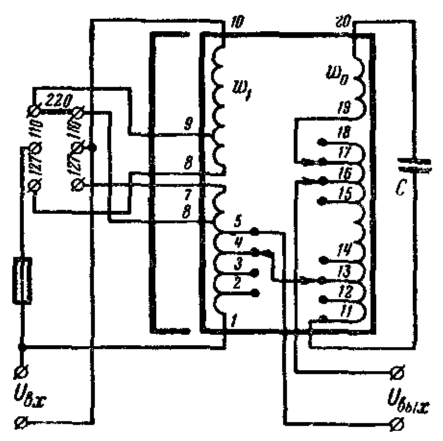


Рис. 16. Схема стабилизатора ТСН-250.

чаться в сеть 127 или 220 *в*. В обоих случаях выходное напряжение равно 220 *в*. Переключение для сети 127 или 220 *в* осуществляется при помощи фишки. Стабилизатор построен по схеме с внешним магнитным шунтом. Фильтр высших гармонических частот отсутствует, и коэффициент нелинейных искажений, так же как и у стабилизаторов УСН-350, составляет порядка 30—35%. В цепь первичной обмотки включен предохранитель. Схема приведена на рис. 15, а моточные данные — в табл. 5.

Рабочий диапазон стабилизатора меньше, чем у других стабилизаторов, и составляет 95—140 и 170—240 *в* для сети 127 и 220 *в* соответственно. Выходное напряжение поддерживается с точностью ±2% для каждого данного телевизора. Продолжительность непрерывной работы стабилизатора не ограничивается. Вес его 10,5 *кг*.

Недостаток этого стабилизатора заключается также в несинусоидальности выходного напряжения. Телевизоры «Рекорд» и «Львов», как будет видно далее, включать через такой стабилизатор нельзя.

Стабилизатор ТСН-250. Этот стабилизатор, представляющий собой модификацию снятого с производства стабилизатора СН-250, отличается от него только тем, что его выходное напряжение составляет 127 вместо 220 *в*.

Стабилизатор рассчитан на питание телевизоров, потребляющих не более 250 *вт*. Номинальные сетевые напряжения 110, 127 и 220 *в*. Переключение на разные напряжения сети осуществляется перемыч-

ками на панели стабилизатора. Рабочий диапазон соответственно напряжениям сети составляет 70—130, 80—140 и 140—240 *в*. Пределы отклонения выходного напряжения — 123—134 *в*. Продолжительность непрерывной работы не ограничена. Потери холостого хода — 70 *вт*. При отклонении частоты на 1% выходное напряжение отклоняется на 1,5%. Вес стабилизатора примерно 15 *кг*.

Таблица 6

Моточные данные стабилизатора ТСН-250

Катушка w_1		Катушка w_0	
Провод ПЭЛ 1,0		Провод ПЭЛ 1,2 (отводы 11—18) Провод ПЭЛ 0,86 (отводы 19—20)	
Номера отводов	Число витков между отводами	Номера отводов	Число витков между отводами
1—2	4	11—12	20
2—3	4	12—13	20
3—4	4	13—14	20
4—5	18	14—15	124
5—6	109	15—16	6
6—7	21	16—17	5
8—9	21	17—18	5
9—10	139	19—20	670

Стабилизатор построен по схеме с внешним магнитным шунтом без фильтра высших гармонических частот (рис. 16), и поэтому коэффициент нелинейных искажений равен 30—35%. Моточные данные его приведены в табл. 6.

Этот стабилизатор имеет тот же недостаток, что и стабилизаторы УСН-350 и СТ-200 — несинусоидальность выходного напряжения.

ГЛАВА ТРЕТЬЯ

ЭКСПЛУАТАЦИЯ И РЕМОНТ

ОСОБЕННОСТИ ПИТАНИЯ ТЕЛЕВИЗОРОВ «РЕКОРД» И «ЛЬВОВ»

Телевизоры «Рекорд» и «Львов», у которых схемы анодных выпрямителей одинаковы, имеют бестрансформаторный вход по цепи питания анодных цепей ламп.

Недостатки такого способа питания общеизвестны [Л. 5 и 6], поэтому рассмотрим только те, что относятся к стабилизаторам.

На рис. 17, *а* и *б* в упрощенном виде изображена часть схемы блока питания телевизора «Рекорд», служащая источником анодного

напряжения. Из рис. 17, *а* видно, что при включении на 220 *в* выпрямитель работает по схеме однополупериодного выпрямления.

Феррорезонансный стабилизатор представляет собой источник ограниченной мощности, напряжение которого резко снижается при перегрузке. При подключении к нему однополупериодного выпрямителя отбор мощности от стабилизатора будет происходить только в один полупериод, и в течение этого полупериода стабилизатор окажется перегруженным. Поэтому конденсаторы в схеме на рис. 17, *а* будут заряжены до меньшего напряжения, чем при двухполупериодном выпрямлении.

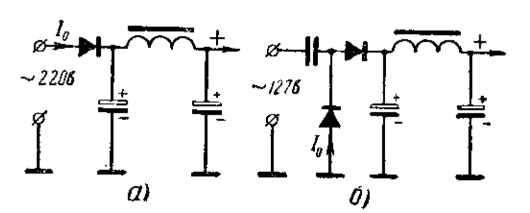


Рис. 17. Упрощенная схема блока питания телевизора «Рекорд».

а — при включении на напряжение 220 *в*; *б* — при включении на напряжение 127 *в*.

Выпрямленное напряжение еще сильнее снижается, если применить стабилизатор без фильтра, имеющий несинусоидальное напряжение на выходе. Амплитуда этого напряжения ограничена насыщением стали сердечника, и конденсаторы будут заряжаться до еще меньшей величины.

Кроме того, при бестрансформаторной схеме блока питания постоянная составляющая выпрямленного тока I_0, как это видно из рис. 17, протекает через источник питания, в данном случае — через обмотку насыщенной части стабилизатора. Результатом подмагничивающего действия тока I_0 будет увеличение потока рассеяния в стабилизаторе (перераспределение потоков) и ухудшение точности стабилизации.

Опыт показал, что влияние всех этих факторов при применении стабилизаторов с выходным напряжением 220 *в* и без фильтра (СН-250, СТ-200) снижает анодное напряжение в телевизоре на 20—25% и нормальная работа его становится невозможной.

При использовании стабилизаторов без фильтра, но с выходным напряжением 127 *в* (ТСН-250, УСН-350) телевизор переключается на схему удвоения (рис. 17,*б*). Падение выпрямленного напряжения вследствие этого уменьшается до обычных для таких стабилизаторов 10%. Горизонтальный размер растра при этом несколько уменьшается, однако в большинстве случаев его удается довести до нормальной величины путем регулировки ручкой телевизора «размер по горизонтали».

Наилучший результат, однако, дает применение стабилизаторов ТСН-170, имеющих на выходе практически синусоидальное напряжение.

ОСОБЕННОСТИ ИЗМЕРЕНИЯ ВЫХОДНОГО НАПРЯЖЕНИЯ СТАБИЛИЗАТОРОВ ФЕРРОРЕЗОНАНСНОГО ТИПА

Если выходное напряжение стабилизатора синусоидально, то для измерения его величины можно пользоваться любым вольтметром переменного тока. Необходимо только помнить, что погрешность распространенных в любительской и ремонтной практике ампервольтметров достигает ±4%, поэтому следует учитывать возможную ошибку в показаниях прибора.

При несинусоидальном выходном напряжении стабилизаторов (ТСН-250, УСН-350, СТ-200, СН-250) показания таких приборов будут выше действительной величины напряжений. Причина этого заключается в том, что ампервольтомметры ТТ-1, ТТ-2, Ц-20 и др. представляют собой приборы постоянного тока, а измерения на переменном токе производятся через встроенную внутрь прибора детекторную систему. В этом случае, как известно, отклонение стрелки прибора пропорционально среднему значению измеряемой величины. Но приборы эти отградуированы в действующих значениях с учетом коэффициента формы, равного для синусоиды 1,11. При несинусоидальной форме кривой этот коэффициент изменится. В нашем случае для срезанной кривой он близок к единице, т. е. среднее значение близко к действующему. Тем не менее цифры на шкале прибора показывают эту величину умноженной на 1,11. Иными словами, показания прибора завышаются при этом приблизительно на 10%. Поэтому, измеряя выходное напряжение стабилизатора, необходимо прежде всего убедиться, имеется ли в его схеме фильтр. Отсутствие фильтра свидетельствует о несинусоидальности выходного напряжения, и в этом случае обязательно должна быть учтена ошибка в измерениях.

Тем, кому часто приходится делать такие измерения, можно рекомендовать опытным путем составить для своего ампервольтомметра и для разных типов стабилизаторов табличку поправок, сравнив показания своего прибора с показаниями точного вольтметра (класса 0,5—1,0) электромагнитной или электродинамической системы. При настройке стабилизаторов в условиях ремонтной мастерской применение вольтметров указанных систем класса не ниже 1,0 обязательно.

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЯЕМЫХ КОНДЕНСАТОРОВ И ИХ ЗАМЕНА

В описании стабилизатора УСН-350 уже отмечалось, что напряжение на емкости в этом стабилизаторе превышает допустимую величину. Такая ошибка часто встречается и в ремонтной практике. Поэтому вопрос о рабочем напряжении конденсаторов требует особого разъяснения.

В стабилизаторах феррорезонансного типа должны применяться конденсаторы, предназначенные для работы в цепях переменного тока. Промышленностью выпускается ряд типов конденсаторов для переменного тока, такие как СМ или МБГЧ. Эти конденсаторы могут включаться на полное рабочее напряжение, а при отсутствии фильтра — даже на завышенное примерно на 10%.

Если же есть необходимость использовать в стабилизаторах конденсаторы, предназначенные для работы в цепях постоянного тока, рабочее напряжение должно быть снижено до 30—40% от паспортной величины. Это условие обязательно и при замене конденсаторов.

Так, например, конденсатор СМ-0,65-5 с рабочим напряжением 650 *в* переменного тока можно заменить набором конденсаторов КБГ-МН с рабочим напряжением не ниже 1 500 *в* постоянного тока.

Иногда при замене конденсатора трудно подобрать прежнюю величину его емкости. Например, необходимо заменить тот же конденсатор СМ-0,65-5 емкостью 5 *мкф*. В наличии имеются конденсаторы КБГ-МН емкостью 2 *мкф*. В этом случае без ущерба можно допустить изменение емкости на ±20%, т. е. применить два конденсатора по 2 *мкф* в параллель (4 *мкф*) или три по 2 *мкф* (6 *мкф*). Предпочтение следует отдать первому варианту — 4 *мкф*, так как при этом только незначительно изменится точность стабилизации, в то время как при увеличении емкости вторичная обмотка стабилизатора перегружается емкостным током.

Во всех случаях замены конденсаторов перенастройка стабилизатора обязательна.

СРАБАТЫВАНИЕ ПРЕДОХРАНИТЕЛЯ

Обычно предохранитель защищает сеть от коротких замыканий в подключаемом к ней приборе и от чрезмерных перегрузок. Для феррорезонансных стабилизаторов и то и другое верно лишь частично.

Предохранитель во входной цепи стабилизатора срабатывает при коротком замыкании только в этой цепи. Короткое замыкание на выходе стабилизатора или во вторичной обмотке почти не изменяет первичный ток вследствие большого магнитного рассеяния, и предохранитель не срабатывает.

Бывает и так, что предохранитель срабатывает при исправном, нормально работающем стабилизаторе. Такое ложное срабатывание предохранителя в практике нередко и поэтому заслуживает внимания.

Рассматривая кривую *3* на рис. 5, можно заметить, что выше точки резонанса ток стабилизатора резко возрастает. Происходит это тогда, когда входное напряжение поднимается выше номинальной величины (этим, собственно, и ограничивается сверху рабочий диапазон). Если напряжение сети даже ненамного превысит верхнюю границу рабочего диапазона, первичный ток очень быстро превзойдет ток срабатывания предохранителя и стабилизатор отключится от сети.

Конечно, это неприятно. Но если броски напряжения кратковременны, можно пойти на некоторое увеличение рабочего тока предохранителя, так как это для стабилизатора не опасно. Делать это надо осторожно, помня, что длительная работа стабилизатора при напряжении сети, превышающем норму, перегружает первичную обмотку. Лучше всего в этом случае обратиться за помощью в телеателье или радиомастерскую.

СОВЕТЫ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ СТАБИЛИЗАТОРОВ

Феррорезонансный стабилизатор представляет собой бесконтактный прибор, не имеющий движущихся частей и не требующий никакого ухода. При правильной эксплуатации выход таких стабилизаторов из строя случается очень редко. Поэтому важно знать следующие правила эксплуатации стабилизаторов для телевизоров и соблюдать эти правила:

1. Собственное потребление стабилизатора мало зависит от нагрузки. Даже при холостом ходе он имеет сравнительно большие потери. Нагрев стабилизатора на холостом ходу — явление нормальное и не должно вызывать опасений. Тем не менее включать стабилизатор следует только на время телепередачи и не оставлять его постоянно включенным. Кроме экономии электроэнергии, это увеличит и срок его службы.

2. Стабилизаторы рассчитаны на работу при окружающей температуре не более 35° С. Для охлаждения стабилизатора имеются вентиляционные отверстия в его корпусе, которые ни в коем случае не следует ничем закрывать. Нельзя ставить стабилизатор в тумбочку или коробку, нельзя также его накрывать. Не допускается устанавливать стабилизатор вблизи источников тепла (батареи отопления, печи и т. п.). Если в жаркое время температура в помещении превышает 35° С, следует отключать стабилизатор (так же как и телевизор) через 3—4 *ч* работы.

3. Стабилизаторы следует предохранять от действия влаги. Увлажнение изоляции может послужить причиной выхода его из строя.

4. Не рекомендуется перегружать стабилизатор излишней мощностью, так как точность стабилизации при этом не гарантируется. Кроме того, это несколько перегружает вторичную обмотку.

5. Чтобы шум стабилизатора был менее ощутим, следует устанавливать его вблизи телевизора. Однако для избежания искажения изображения и появления фона из-за магнитного рассеяния, приближать стабилизатор на расстояние менее 0,5—0,7 *м* от телевизора нельзя. Поэтому лучше всего ставить его на пол под телевизором или около него. Влияние магнитного поля можно также значительно ослабить, повернув стабилизатор на 90°.

Кроме магнитных наводок при очень близком расположении к телевизору, стабилизатор никаких других помех не создает, так как в нем нет переключающих контактов.

В связи с вопросом о помехах необходимо остановиться на том, что будто бы стабилизатор «защищает» телевизор от помех: стабилизатор не может защищать телевизор от помех со стороны сети, тем более от помех со стороны антенны. Иногда он устраняет мерцание изображения, вызванное небольшими, но частыми колебаниями сетевого напряжения. Но это относится уже к его стабилизирующим свойствам.

6. При включении и отключении ненагруженного стабилизатора могут возникнуть опасные для его конденсатора перенапряжения, которые значительно уменьшаются, если стабилизатор нагружен. Поэтому включать и отключать стабилизатор от сети следует только с подключенным к нему телевизором. Выключатель самого телевизора должен оставаться постоянно включенным.

7. При первом включении стабилизатора необходимо проверить, соответствует ли положение фишки переключения напряжения телевизора выходному напряжению стабилизатора. Нужно также проверить, на какое номинальное напряжение сети включен сам стабилизатор. Переключать стабилизатор на нужное сетевое напряжение, а также заменять предохранитель или лампочку следует, только отключив стабилизатор от сети.

НАСТРОЙКА СТАБИЛИЗАТОРОВ ПОСЛЕ УСТРАНЕНИЯ В НИХ НЕИСПРАВНОСТЕЙ

Перегорание предохранителя, как уже упоминалось, может произойти в исправном стабилизаторе, если напряжение сети превысит верхнюю границу рабочего диапазона. В этом случае нужно заменить предохранитель и через некоторое время снова включить стабилизатор. Если предохранитель опять перегорит, это может свидетельствовать о замыкании в первичной цепи.

Отключив стабилизатор от сети, нужно вскрыть его и проверить первичную цепь. Замыкание вне обмотки легко обнаружить, труднее установить замыкание внутри нее. Иногда замыкание в наружном слое видно по потемневшей в каком-либо месте изоляции. Чаще приходится разбирать стабилизатор и заменять (или перематывать) катушки.

При замыкании во вторичной обмотке (к которой подключен конденсатор) стабилизатор продолжает работать. Увеличиваются только потери, и в этой катушке выделяется излишнее тепло. Через некоторое время может появиться запах перегретой изоляции. При разборке это видно по потемневшей на всей поверхности катушки бумажной изоляции.

Необходимо заметить, что новый стабилизатор всегда в первое время издает характерный запах изоляции вследствие подсыхания лака, которым покрыты пластины сердечника и пропитана изоляция, и никакой опасности в этом, конечно, нет.

При замене катушек приходится распрессовывать и вынимать пластины сердечника. Если потом при сборке не будут выполнены некоторые условия, то точность стабилизации резко уменьшится, а шум сердечника возрастет. При сборке стабилизатора нужно придерживаться следующего порядка:

1. Должны быть вложены все пластины сердечника без остатка.

2. Все зазоры в стыке пластин должны быть минимальными, нахлесты пластин не допускаются.

3. Зазор под магнитным шунтом и зазор в дросселе должны быть точно сохранены. Для этого необходимо использовать те же бумажные или картонные прокладки, которые были поставлены на заводе.

4. Сердечники должны быть плотно стянуты; нельзя, однако, допускать прогиба стягивающих деталей. В противном случае шум стабилизатора увеличится. Если, несмотря на тщательную сборку, появится дребезжащий звук, тогда нужно при помощи ножа (пытаясь вставить его между пластинами) отыскать место, где пластины слабо прижаты друг к другу. Дребезжание исчезнет, если в это место вбить какой-либо тонкий клин (лучше всего кусочек трансформаторной стали).

Чаще, чем замыкания в катушках, случается выход из строя конденсаторов. Внешне это проявляется в том, что выходное напряжение резко падает, лампочка еле светится и стабилизация прекращается. Для замены лучше всего взять точно такой же конденсатор, какой был установлен. При отсутствии его следует руководствоваться указаниями, данными выше.

Для стабилизаторов применяются конденсаторы с разбросом по емкости в пределах $\pm 10\%$. Поэтому емкость нового конденсатора всегда будет отличаться от первоначальной. Из-за этого могут измениться выходное напряжение и точность стабилизации. То же самое возможно и после замены катушек. По этим причинам после ремонта должно быть проверено соответствие стабилизатора паспортным данным при помощи точных вольтметров, например, электромагнитной системы. Почти всегда после замены конденсаторов и катушек требуется настройка. Порядок настройки следующий:

1. Установить напряжение на конденсаторе не более заданного в описании.

2. Установить выходное напряжение при холостом ходе и номинальном входном напряжении.

3. Подключив телевизор, при помощи автотрансформатора ЛАТР изменить входное напряжение до нижнего предела рабочего диапазона и проверить выходное напряжение. Если оно ниже заданной нормы, то изменить компенсацию (отпайками компенсационной обмотки) и повторить настройку.

Все операции по настройке следует выполнять при помощи отпаек от катушек. На выходное напряжение и точность стабилизации можно также повлиять небольшим изменением зазора под шунтом или в ненасыщенном дросселе.

Проверку и настройку стабилизаторов можно выполнять только в том случае, если есть уверенность, что частота сети устойчива и не внесет ошибки в результаты измерений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Астафьев А. В., Окружающая среда и надежность радиотехнической аппаратуры, ГЭИ, 1959.

2. Костыков Ю. В., Приемные телевизионные трубки, ГЭИ, 1962.

3. Бессонов Л. А., Электрические цепи со сталью, ГЭИ, 1948.

4. Лурье А. Г., Теория феррорезонансных стабилизаторов напряжения, ГЭИ, 1958.

5. Терентьев Б. П., Электропитание радиоустройств, Связьиздат, 1958.

6 Метузалем Е. В. и Рыманов Е. А., Телевизор «Рекорд», Энергия, 1964.